

Elektrické trakce diesloelektrických lokomotiv

Diesel-electric Locomotives Electric Traction

Martin Božik

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Petr Bernat, Ph.D

Ostrava, 2021

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že já Martin Božik jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne: *30. dubna 2021*

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na elektrickou trakci diesloelektrických lokomotiv se stejnosměrným přenosem výkonu. Zaměřil jsem se na dva principy výroby elektrické energie. Prvním je výroba stejnosměrného proudu trakčním dynamem, druhý pak popisuje výrobu střídavého proudu trakčním alternátorem.

Cílem práce je objasnění principu nezávislé elektrické trakce, podrobné seznámení čtenáře s principy činnosti a komponentů obou typů trakcí na dvou praktických příkladech. Závěrem je jejich porovnání.

Klíčová slova

Trakce; dynamo; alternátor; přenos výkonu; buzení

Abstract

The translated bachelor thesis is focused on the electric traction of dieselelectric locomotives with direct current transmission. I focused on two principles of electricity production by traction dynamo and alternator.

The aim of the paper is to clarify the principle of independent electric traction, to acquaint the reader in detail with the principles of operation and what both types of traction contain on two practical examples and to compare them in conclusion.

Key words

Traction; dynamo; alternator; power transmission; excitation

Poděkování

Rád bych poděkoval Váženému panu Ing. Petru Bernatovi, Ph.D za odbornou pomoc a konzultaci při vytváření této bakalářské práce.

Obsah

Obsah.....	6
Seznam použitých ilustrací a tabulek	7
Úvod	8
1. Lokomotiva 740.0 (T 448.0).....	9
1.1 Základní informace	9
1.2 Trakční výzbroj.....	10
1.3 Trakční dynamo TD 805.....	12
1.4 Trakční elektromotor TE 005 E	13
1.5 Přestavník směru BC 18.....	14
1.6 Trakční stykač SD 11	15
1.7 Budič D 207.....	16
1.7 Pomocné dynamo D 206	17
1.9 Elektronická regulace výkonu (GC 34p).....	18
1.10 Princip uvedení lokomotivy do výkonu	23
2. Lokomotiva 729.6 (419.1).....	24
2.1 Základní informace	24
2.2. Trakční výzbroj.....	25
2.3 Trakční alternátor TA 604.....	27
2.4 Trakční usměrňovač PA 13	28
2.5 Trakční elektromotor TE 006 B.....	29
2.6 Stejnosměrný motor MO 112 L	30
2.7 Elektrodynamická brzda EDB.....	31
2.8 Přepínač směru BC 25.....	33
3. Závěrečné zhodnocení.....	34
3.1 Obecné zhodnocení elektrického přenosu výkonu	34
3.2 Zhodnocení trakční výzbroje dynamo/alternátor	35
Závěr	36
Seznam literatury a informačních zdrojů	37
Seznam příloh.....	I
Přílohy.....	II

Seznam použitých ilustrací a tabulek

Obrázek 1.1: Lokomotiva 740.....	9
Tabulka 1.1 Vlastnosti lokomotivy 740	10
Obrázek 1.2: Blokové schéma elektrické výzbroje lokomotivy 740.....	11
Tabulka 1.2: Technické údaje trakčního dynama TD 805.....	12
Obrázek 1.3: Technický nákres trakčního dynama TD 805	12
Tabulka 1.3: Technické údaje trakčního elektromotoru TE 005 E.....	13
Obrázek 1.4: Technický nákres trakčního elektromotoru TE 005 E	13
Tabulka 1.4: Technické údaje přestavnicku směru BC 18.....	14
Tabulka 1.5: Technické údaje trakčního stykače SD 11.....	15
Obrázek 1.5: Technický nákres trakčního stykače SD 11	15
Tabulka 1.6: Technické údaje budiče D 207	16
Obrázek 1.6: Technický nákres budiče D 207.....	16
Obrázek 1.7: Technický nákres pomocného dynama D 206	17
Obrázek 1.8: Charakteristika generátoru řízená elektronickým regulátorem GC 34p.....	19
Obrázek 1.8: Grafické znázornění charakteristik regulátoru GC 34p.....	20
Obrázek 2.1: Lokomotiva 729.....	24
Tabulka 2.1: Vlastnosti lokomotivy 729	25
Obrázek 2.2: Blokové schéma elektrické výzbroje lokomotivy 729	26
Tabulka 2.2: Technické údaje trakčního alternátoru TA 604	27
Obrázek 2.3: Technický nákres trakčního alternátoru TA 604	27
Obrázek 2.4: Technický nákres trakčního usměrňovače PA 13.....	28
Tabulka 2.3: Technické údaje trakčního elektromotoru TE 006 B	29
Obrázek 2.5: Technický nákres trakčního elektromotoru TE 006 B	29
Tabulka 2.4: Technické údaje motoru chlazení MO 112 L	30
Obrázek 2.6: Elektrické schéma trakčních obvodů lokomotivy 729	32
Tabulka 2.5: Technické údaje přepínače směru BC 25.....	33

Úvod

Období, jenž jsme v železniční technice prožívali, konkrétně výměnu parních lokomotiv za elektrické (a motorové), lze právem označovat za jedno z nejvýznamnějších období přerodu ve vývoji železniční dopravy vůbec.

Hnací vozidla, která parní lokomotivy tehdy nahradila jsou sice v dnešní době poněkud zastaralá, ale v mnohých firmách stále nacházejí uplatnění. Dnešní doba klade velký důraz na lepší výkon, hospodárnost a nízkoporuchovost. Starší modely lokomotiv se stále modernizují.

Tato bakalářská práce je určena pro čtenáře, alespoň se základními elektrotechnickými vědomostmi z oblasti elektrických strojů a přístrojů. Tato bakalářská práce objasní princip elektrické trakce. Princip popíšu na dvou reálných příkladech. Lokomotivy řady 740.0 (448.0) a lokomotivy řady 729.6 (419.1). Průběhem bakalářské práce podrobně vysvětlím a ukážu součásti jejich elektrických trakcí a v závěru je zhodnotím.

Co si úvodem představit pod pojmem diesloelektrická lokomotiva?

Je to drážní hnací vozidlo, které disponuje elektrickou trakcí, což v podstatě znamená elektrický pohon drážního vozidla. Oproti akumulátorové nebo elektrické lokomotivy (jedno nebo vícesystémové), disponuje vlastním zdrojem el. energie (trakční generátor). Trakční generátor přeměňuje mechanickou energii vytvářenou naftovým motorem na elektrickou a ta je následně zpětně přeměněna na mechanickou, tedy na hnací sílu vozidla v trakčních elektromotorech. Tento princip trakce se nazývá trakce nezávislá. Existují i jiná drážní hnací vozidla disponujícím vlastním zdrojem el. energie (těžící se v dnešní době poměrně velkého rozmachu), poháněné motorem spalující odlišná paliva např. CNG, které se však principiálně (motor otáčí rotorem generátoru) neliší.

V mnoha publikacích jsou diesloelektrické lokomotivy charakterizovány jako motorová lokomotiva s elektrickým přenosem výkonu (což odpovídá principu činnosti).

1. Lokomotiva 740.0 (T 448.0)

1.1 Základní informace



Obrázek 0-1.1: Lokomotiva 740

„Lokomotiva řady 740 (do roku 1987 řada T 448.0) je čtyřnápravová dieselelektrická lokomotiva, vyráběná v letech 1973–1989 lokomotivkou ČKD v Praze pro potřeby vleček československého průmyslu. Obdobné lokomotivy s označením T 448-P byly dodávány také do Polska. Celkovým počtem 620 vyrobených kusů (z toho 161 typu T 448-P) jde o nejvyráběnější vlečkovou lokomotivu v tuzemsku, sloužící v závodové dopravě mnoha průmyslových podniků do současnosti. Z řady 740 byla později odvozena vylehčená řada 742 (T 466.2) pro použití na státních drahách, taktéž vyrobená v mnohasetkusových sériích.

Po roce 2000 se staly stárnoucí lokomotivy řady 740 předmětem celé řady modernizací různého rozsahu, sledujících především snížení provozních nákladů a prodloužení životnosti o další roky prostřednictvím remotorizací a jiných změn. Přestavěné lokomotivy jsou označovány řadami 724, 740.3, 741.5 či 744.7. Další nadbytečné lokomotivy byly prodány dopravcům do zahraničí, často i mimo Evropu.“

Konstrukce

„Jde o čtyřnápravovou lokomotivu – pojezd tvoří dva dvounápravové podvozky, na nichž je pomocí pryžokovových sloupků uložen hlavní rám. Konstrukce uložení byla přizpůsobena projíždění oblouky o malém poloměru, které se na vlečkách často vyskytují. Srdcem pohonného soustrojí je spalovací motor K 6 S 230 DR, spojený s trakčním generátorem TD 805; oba jsou uloženy v předním, větším představku. V zadním malém představku se pak nachází ventilátor a část chladicího okruhu. Pohon dvojkolí zajišťují celkem čtyři tlapové stejnosměrné trakční motory TE 005 E (pro každé dvojkolí jeden), napájené z generátoru. Lokomotivní skříň je kapotového typu, s jednou kabinou strojvedoucího umístěnou blíže k zadnímu konci lokomotivy.“

Tabulka 1.1 Vlastnosti lokomotivy 740

Celková hmotnost	68/72	t
Celková délka	13,58	m
Maximální rychlost	70	Km/h
Maximální výkon (trakčního generátoru)	870	kW

Využití:

„Hlavním posláním těchto lokomotiv bylo zajištění provozu na vlečkách průmyslových podniků – především pak posunu se soupravami, přetahy mezi výrobními závody, předávání vozů s hotovými výrobky nebo surovinami na ČSD a další. Několik strojů připadlo i traťové distanci (dnes pod zkratkou TSS) a byly tak využívány k dopravě stavebních vlaků při opravách tratí a mostů. V omezené míře zasahují i do traťové služby; jejich nasazování zde narostlo především po roce 2000, kdy některé lokomotivy odkoupili ze zrušených závodů soukromí dopravci a začali je používat ke svým výkonům. Mezi takovéto firmy patří např. AWT, Unipetrol Doprava, LTE a další.

Vzhledem ke snížení potřeby lokomotiv v Česku a na Slovensku v posledních letech byly některé lokomotivy prodány i do zahraničí. Cílovými destinacemi se stala KLDR, Uruguay, Saúdská Arábie a další, kde po patřičných úpravách (např. pro provoz v pouštních podmínkách) vozí pracovní či nákladní vlaky...”

1.2 Trakční výzbroj

Pro lokomotivu řady 740.0 je dimenzována elektrická trakční výzbroj typu "VC28", kterou zde uvedu doplněnou o elektronickou regulaci výkonu GC 34p. Trakční dynamo je na posledním stupni jízdního kontroléru seřizeno na příkon 870 kW při 1250 ot/min. t.j. otáčkách naftového motoru. Stejnoseměrné napětí trakčního dynama dosahuje asi 870 V. Na trakční dynamo jsou připojeny 4 trakční elektromotory, z toho každý pohání jednu nápravu přes ozubený převod.

Výkon soustrojí diesel-trakční dynamo je regulován elektronicky ovládaným sdruženým regulátorem naftového motoru a k tomu trakční dynamo je regulováno budičem tak, aby plný výkon soustrojí byl optimálně využit. Maximální trakční proud je omezen nepřímo charakteristikou budiče s dekompaudním vinutím, napájeným z trakčního dynama.

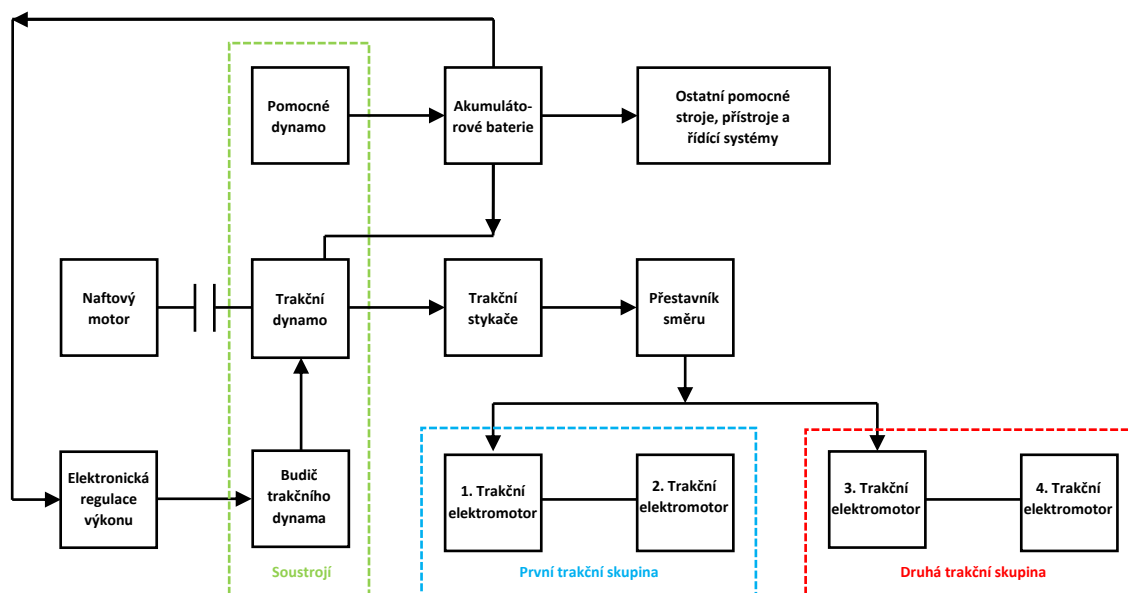
Elektrické přístroje jsou ovládány pomocným stejnosměrným napětím 110 V, které dodává dynamo 9 kW nebo akumulátorová baterie 150 Ah o 75-ti článcích. Ovládání trakčních elektrických obvodů se řídí dvěma kontroléry, každý pro jeden směr jízdy. Z jednoho stanoviště je možno řídit i dvě spojené lokomotivy, **pokud lokomotiva disponuje dvoučlenným řízením.**

Probírané části budou stroje a přístroje, podílející se na výrobě a rozvodu, požadovaného elektrického výkonu. Následné hnací síly lokomotivy. Součásti budu rozebírat v této podkapitole podrobněji (myšleno jednotlivě) a ve třetí podkapitole, ukážu jejich činnost jako celek.

Chtěl bych upozornit, že ve své práci nedodržím standartní rozdělení jednotlivých obvodů dle publikací, ale zahrnu k elektrické trakci i části, které s ní úzce souvisí, abych čtenáři co možná nejsrozumitelněji ukázal princip činnosti elektrické trakce.

Jednotlivé části:

- 1) Trakční dynamo
- 2) Trakční elektromotor
- 3) Přestavník směru
- 4) Trakční stykač
- 5) Budič
- 6) Pomocné dynamo
- 7) Elektronická regulace přenosu výkonu



Obrázek 1.2: Blokové schéma elektrické výzbroje lokomotivy 740

1.3 Trakční dynamo TD 805

Technické údaje:

Tabulka 1.2: Technické údaje trakčního dynama TD 805

Veličiny	Hodnoty	Jednotky
Výkon	800	kW
Napětí	640	V
Proud	1250	A
Otáčky	1250	Ot/min.
Zatížení	trv.	-
Hmotnost	3150	kg

Účel:

Dynamo je poháněno a přírubově spojeno s naftovým motorem a slouží k výrobě elektrické energie pro trakční elektromotory, dále slouží jako pohonná jednotka pro rozběh naftového motoru.

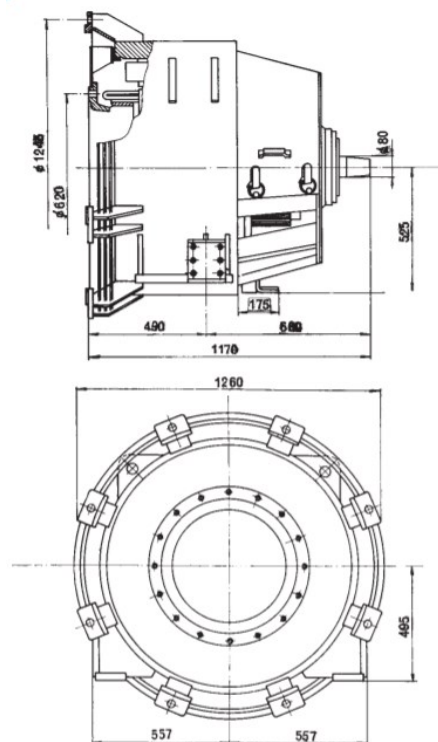
Popis:

Dynamo TD 805 je šestipólový stejnosměrný stroj s cizím budícím vinutím a startovacími závity na hlavních pólech a s komutačními póly. Jejichž vinutí je zapojeno v sérii s vinutím rotoru. Stator je zhotoven zkroužením a svařením ocelového pásu. K němu jsou přivařeny: přírubové patky, žebra s prstencem pro ložisko a základové patky. K patkám základovým jsou po ustavení stroje do vozidla přišroubovány silentbloky, takže přírubově spojený generátor tvoří tuhý celek spočívající pružně na vlastním rámu v lokomotivě. Jádra hlavních i komutačních pólů jsou obvyklé konstrukce, rovněž vinutí je obvyklého provedení z měděných dynamopasů. Spojení cívek je provedeno z izolovaných měděných lan a pásů, z nichž jsou zhotoveny také vývody ze stroje.

Rotor je z dutého pouzdra z tvrdé litiny, která tvoří na jedné straně přírubu pro spojení s klikovou hřídelí dieselového motoru, na druhé straně tvoří čep pro valivé ložisko a kuželový konec hřídele pro nasazení klínové řemenice. Rotorové vinutí je z izolovaných dynamopasů a opatřeno vyrovnávacími spojkami. Komutátor rybinovité konstrukce má připájené měděné vývody vinutí.

Obojí vinutí, statorové i rotorové je v teplotní třídě F. Sběrné ústrojí má 6 řad kartáčových držáků šikmo postavených rozměrů 10x32, vždy 4 v každé řadě. Přístupné jsou po celém obvodu po odstranění krycích plechů zakrývajících horní polovinu. Ventilaci stroje obstarává ventilátor na straně příruby, který saje vzduch souběžně státorem i rotorovým blokem v němž jsou uspořádány řady kruhových kanálů.

Vlečkové ložisko u komutátoru je otevřená konstrukce, osové síly zachycují ložiska naftového motoru.



Obrázek 1.3: Technický náčrtek trakčního dynama TD 805

1.5 Přestavník směru BC 18

Technické údaje:

Tabulka 1.4: Technické údaje přestavníku směru BC 18

Veličiny	Hodnoty	Jednotky
Jmenovité napětí	750	V
Jmenovitý proud	500	A
Přítlačná síla hl. palců	147	N
Tlak vzduchu	440-785	kPA
Hmotnost	100	kg

Účel:

Slouží k přepínání magnetů trakčních motorů, čímž se mění smysl jejich otáčení. Není určen k výkonnostnímu vypínání, proto se smí reversovat, jen když se lokomotiva nepohybuje.

Popis:

Přepínač směru se skládá z vzduchového pohonu s pomocnými dotečky, a z vlastního přepínače s 8 hlavními dotečky.

Vzduchový pohon PZ je tvořen dvěma protilehlými pneumatickými válci. Oba písty jsou spojeny čtyřhrannou pístnicí, která má uprostřed výřez s čepem pro ovládání přestavovací páky válce. Písty mají gumové těsnění. Čelní polohy vzduchového válce jsou uzavřeny víčky s průduchy pro ventily a jsou těsněny klingeritem. Na prodloužené hraně víčka je přišroubován elektropneumatický ventil přes gumové těsnění do příslušného kanálu. Pístnice, která je uprostřed rozfrézována pro ovládací páku reversu, převádí svým čepem a otáčivou kostkou přímočarý pohyb, na pohyb otáčivý před vidlicí páky reversu. Unášecí páka má na obou stranách dorazová ramena, kterými je vymezen zdvih a koncové polohy přepínače směru.

Hlavní dotek BC je držen na šestihranné izolované tyči. Držák má miskou pro kulový čep vlastního palce a raménko pro svorník přítlačného péra. Tlak přítlačné pružiny se nastavuje závitem svorníku přítlačného péra. Spodní část svorníku má osazení, kterým je vymezen doraz vlastního palce. Spodní část držáku hlavního válce tvoří dotek, na které je přišroubováno přívodní kabelové oko. Vlastní palec je z mědi o průřezu 10x25 mm. Vlastní palce jsou drženy jednak svorníkem přítlačné pružiny, na které jsou navlečeny a dále na koncích svých kulových čepů, které zapadají do příslušných misek držáků.

Pomocné vačkové dotečky jsou tvaru SM 34, celkem 4 kusy. Dotečky jsou umístěny vně vzduchového pohonu a ovládané textgumoidovými vačkami, které jsou nasazeny na ose reversu. Pomocné dotečky se skládají z pevného kontaktu a z pohyblivého palce. Kontaktní tlak pohyblivého palce je vytvořen hlavní a přítlačnou pružinou. Kontaktní plochy jsou ze stříbra a při sepnutí provádí odvalovací pohyb. Pohyblivý palec i pevný dotek jsou drženy v lisovaných izolačních drážkách, které je libovolně skládat na spojovacích svornících.

1.6 Trakční stykač SD 11

Technické údaje:

Tabulka 1.5: Technické údaje trakčního stykače SD 11

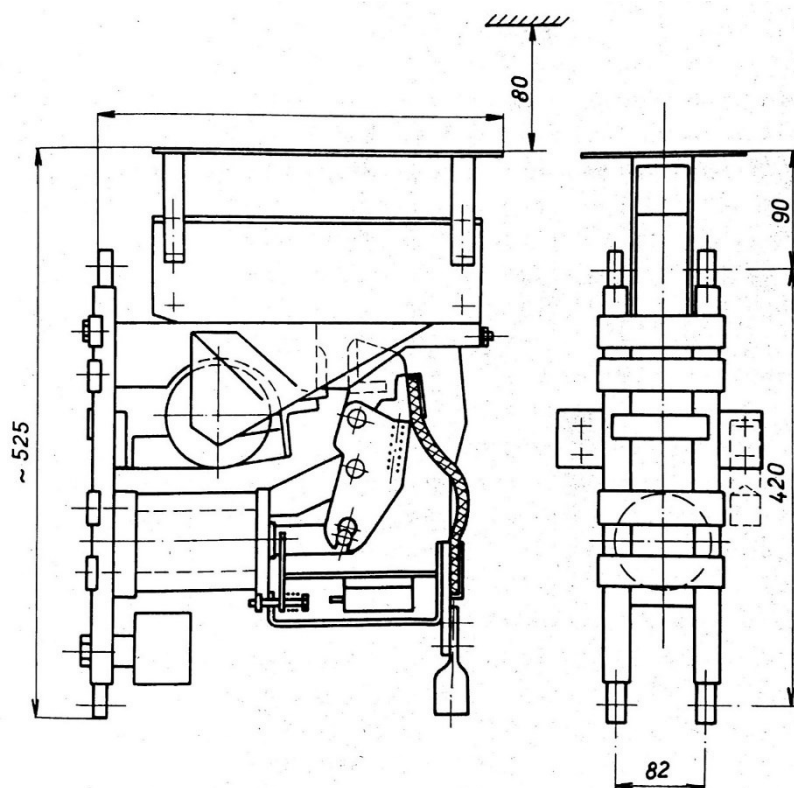
Veličiny	Hodnoty	Jednotky
Jmenovitý proud	1000	A
Jmenovité napětí	750	Vss
Pracovní tlak vzduchu	430-785	kPa
Přítlačná síla hl. palců	490	N
Zatížení pom. doteků	110, 3	Vss, A

Účel:

Stykač je určen k spínání stejnosměrných trakčních obvodů. Je zapínán pneumaticky tlakem vzduchu, který je řízen elektromagnetickým ventilem.

Popis:

Na dvou izolovaných lištách je upevněn hlavní kontakt pevný, s vyfukovací cívkou a s vyfukovací komorou. Pod vyfukovací cívkou je připevněn vzduchový válec s hlavním kontaktem pohyblivým, který je ovládán pístní tyčí vzduchového válce. Hlavní pohyblivý kontakt je tlačěn do vypnuté polohy pružinou uvnitř vzduchového válce. Na vzduchový válec jsou připevněny ještě pomocné doteky. Vzduchový válec se ovládá stlačením vzduchem přes elektromagnetický ventil, který je umístěn přímo na stykači. Nahoře vyfukovací komory je připevněna ochranná deska proti případnému vyšlehnutí elektrického oblouku. Tlak hlavních doteků je dán velikostí tlaku vzduchu ve vzduchovém válci.



Obrázek 1.5: Technický náčrtek trakčního stykače SD 11

1.7 Budič D 207

Technické údaje:

Tabulka 1.6: Technické údaje budiče D 207

Veličiny	Jmenovité hodnoty/stav zatížení	Jednotky
Výkon	4,6	kW
Napětí	48	V
Proud	96	A
Otáčky	3000	Ot./min
Zatížení	trvale	-
Hmotnost	160	kg

Účel:

Slouží jako zdroj budícího proudu pro trakční dynamo. Je poháněn přes řemenový převod trakčním dynamem s naftovým motorem.

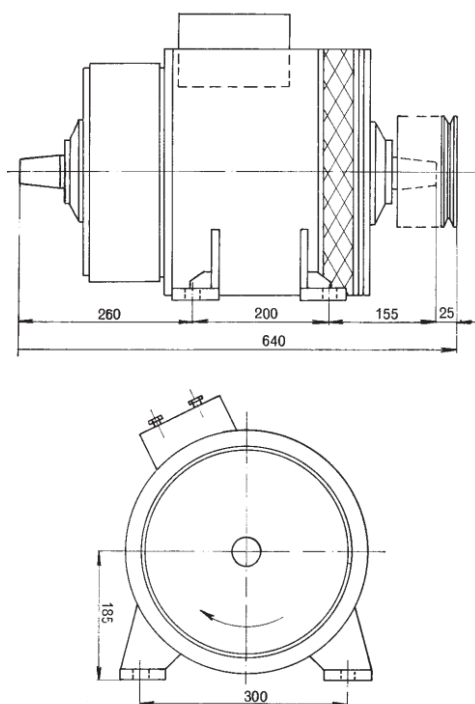
Popis:

Budič je čtyřpólové stejnosměrné dynamo, s kombinovaným buzením sériovým, derivačním a cizím. Je vybaven pomocnými póly. Statorové cívky tvoří s póly konstrukční celek a nemohou být tedy vyměňovány samostatně.

Rotorový paket je složen z izolovaných dynamoplechů, nasazených přímo na hřídeli. Rybinový komutátor tvoří současně stahovací desku rotorového paketu. Vinutí rotoru je z izolovaných dynamopasů. Všechna vinutí odpovídají izolační třídě B.

Sběrné ústrojí má čtyři izolované roubíky po třech kartáčových držácích. Přístup k uhlíkům je zajištěn čtyřmi otvory, zakrytými dvěma plechovými kryty se společným uzávěrem.

Ventilace je provedena vlastním ventilátorem, umístěným uvnitř stroje na zadní straně. Ložiska přední i zadní strany jsou opatřeny tlakovými maznicemi pro přimazávání v předepsaných obdobích.



Obrázek 1.6: Technický náčrt budiče D 207

1.7 Pomocné dynamo D 206

Technické údaje:

Veličiny	Jmenovité hodnoty/stav zatížení	Jednotky
Výkon	9	kW
Napětí	115	V
Proud	78	A
Otáčky	1200-3000	Ot./min.
Zatížení	trvale	-
Hmotnost	170	kg

Účel:

Stroj slouží jako nabíjecí dynamo akumulátorové baterie a pomocný generátor stejnosměrného proudu o napětí 110 V. Je poháněn klínovými řemeny od trakčního dynama TD805.

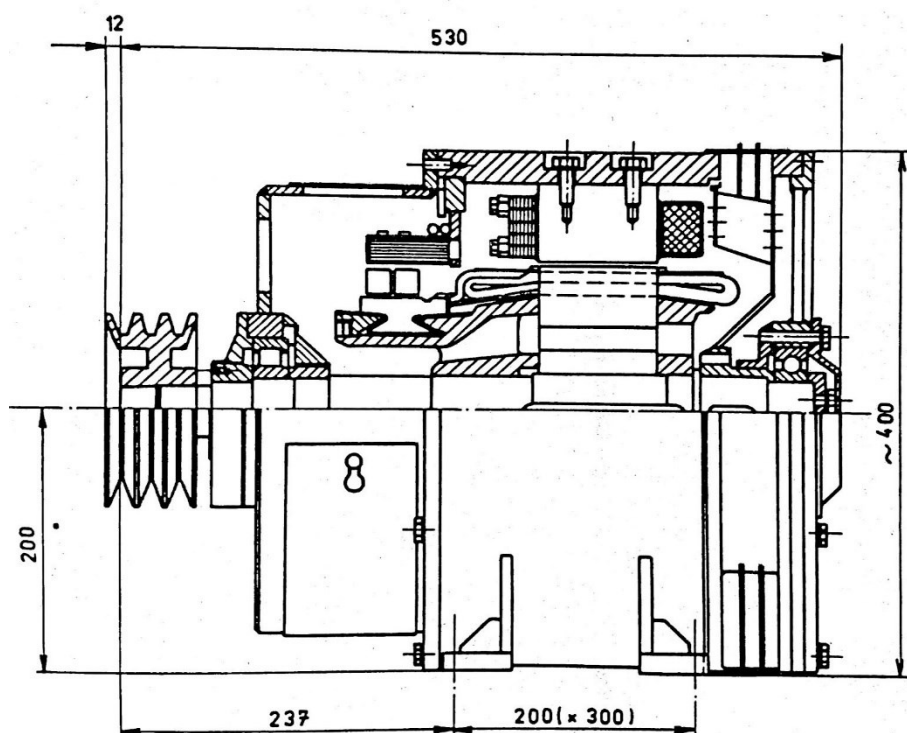
Popis:

Je to čtyřpólové stejnosměrné dynamo, s derivačním buzením. Je vybaven pomocnými póly. Statorové cívky tvoří s póly konstrukční celek a nemohou být tedy vyměňovány samostatně.

Rotorový paket je složen z izolovaných dynamoplechů, nasazených přímo na hřídeli. Rybinový komutátor tvoří současně stahovací desku rotorového paketu. Vinutí rotoru je z izolovaných dynamopasů. Všechna vinutí odpovídají izolační třídě B.

Sběrné ústrojí má čtyři izolované roubíky po třech kartáčových držácích. Přístup k uhlíkům je zajištěn čtyřmi otvory, zakrytými dvěma plechovými kryty se společným uzávěrem.

Ventilace je provedena vlastním ventilátorem, umístěný uvnitř stroje na zadní straně. Ložiska přední i zadní strany jsou opatřeny tlakovými maznicemi pro přimazávání v předepsaných intervalech.



Obrázek 1.7: Technický náčrt pomocného dynama D 206

1.9 Elektronická regulace výkonu (GC 34p)

Účel:

Slouží jako prostředek k optimalizaci provozních nákladů tedy zefektivnění výroby a spotřeby elektrické energie trakčního generátoru.

Popis:

Centrální elektrický regulátor elektrického přenosu výkonu se připojuje do stávající elektrické výzbroje vozidla přes vícepólový přepínač, tak že při případné závadě regulátoru přenosu výkonu, je možné po přestavení přepínače přejít na klasickou původní regulaci přenosu výkonu. Časové relé a regulátor nabíjení, nejsou připojeny přes doteky vícepólového přepínače.

Protože činnost každého regulátoru je podmíněna informacemi o stavu jednotlivých částí regulovaného objektu, je pro činnost elektronického regulátoru nezbytné napojení na různé kontakty a čidla zabudovaná na hnacím vozidle, kterými se snímají potřebné signály/vstupy do regulátoru. Jedná se o otáčky naftového motoru, polohu jízdního kontroleru, proudy, napětí apod...

Vlastní elektronický regulátor je sestaven z řady řídicích jednotek /karet, které jsou uloženy vedle sebe ve dvou řadách v kovové skříni připojených konektory v zadní části skříně. V přední straně se nachází některé signalizace a lze jednotky zvlášť přední stranou vyndat. Pro každý typ hnacího vozidla jsou tyto jednotky sestaveny podle požadavků na výsledek elektronické regulace.

Tyto jednotky zabezpečují funkce:

- a) Nižším otáčkám naftového motoru se přiřazuje vyšší výkon trakčního dynama.
- b) Rozjezdové proudy do rychlosti 5-15 km/h jsou podle zařazeného jízdního stupně konstantní.
- c) Shuntování je zabezpečeno na každém jízdním stupni.
- d) Vozidlo má zvýšenou odolnost proti vzniku skluzu a pružně ji reaguje na jeho případný vznik.
- f) Délka promazávání motoru při startu se mění v závislosti na teplotě naftového motoru u teplého motoru se zkracuje.
- e) Rychlé odbuzení trakčního dynama při rychlé manipulaci s kontrolerem.
- g) Diagnostická kontrola stavu vozidla za pohybu i při zkouškách na zatěžovacím odporu.
- h) Simulace některých stavů při zastaveném naft. motoru, nebo při zkouškách na odporu.

Činnost hnacího vozidla s elektronickým regulátorem přenosu výkonu

Dodatečně namontovaný elektronický regulátor přenosu výkonu zabezpečuje na jednotlivých jízdních stupních stejný, nebo vyšší výkon trakčního dynama při nižších otáčkách naftového motoru. Tyto výkony jsou nyní stejné, nebo příznivější měrné spotřebě paliva (g/kWh).

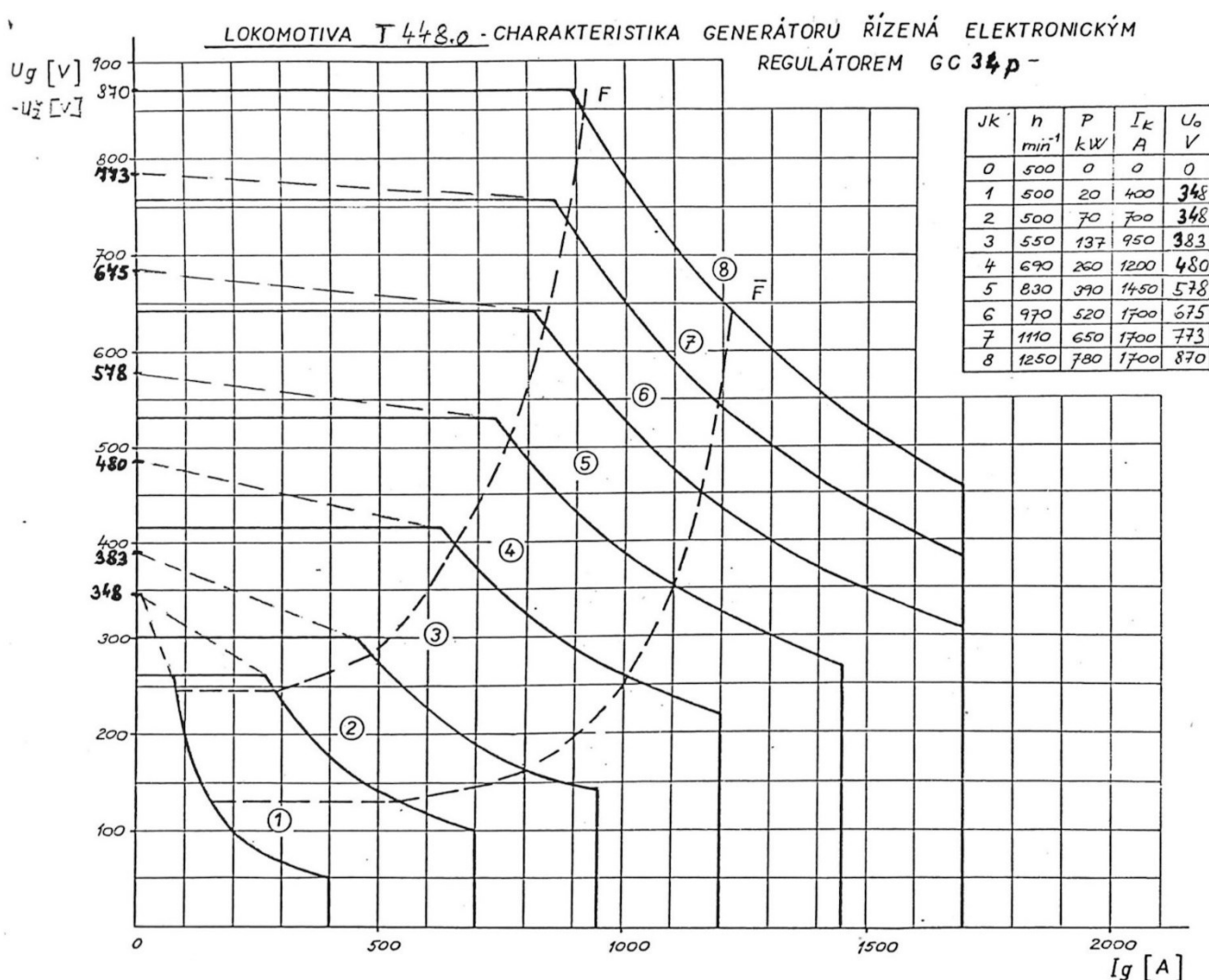
Při nižších otáčkách naft. motoru na jednotlivých jízdních stupních, je pak nižší odběr energie pro pomocné pohony vozidla, což má za důsledek nižší spotřebu paliva v provozu při vykonání stejné trakční práce. Úspora paliva v provozu je tím větší, čím déle je vozidlo z celkové doby provozu využíváno na dílčích jízdních stupních. Například při běžném posunu se docílí úspory paliva od 8% do 12% ve srovnání s vozidlem bez elektronické regulace přenosu výkonu.

Tato úspora se dále zvyšuje při snížení volnoběžných otáček naft. motoru. Snížené volnoběžné otáčky se mohou realizovat pouze u těch vozidel, kde při nich nevznikají v pomocných pohonech nebezpečné torsní kmity.

U vozidla s elektronickou regulací přenosu výkonu, zůstávají rozjezdové proudy konstantní z rychlosti $v=0$ km/h do $v=5-15$ km/h, tedy až do rychlosti, kdy se naftový motor vozidla zatíží výkonem na charakteristice trakčního dynama.

Rozjezd vozidla se tedy uskutečňuje s vyššími tažnými silami, než při klasické regulaci a při nižších otáčkách na jednotlivých výkonových stupních. Větší zrychlení při rozjezdu, dovoluje zejména u zastaveného vlaku snížit max. rychlost při jízdě, zkrátit dobu jízdy silou, prodloužit výběh na nižší rychlost před vlastním použitím brzy pro zastavení. To vše má příznivý vliv na spotřebu paliva.

Shuntování na každém jízdním stupni těsně před napěťovým omezením v charakteristice trakčního dynama, přináší zvýšení tažných sil. Takto lze poměrně s velkou přesností (0,5-1 %) odečíst hodnoty otáček naftového motoru, proudu a napětí i výkonu trakčního dynama apod. Dále lze na světelných diodách sledovat zařazený jízdní stupeň kontroleru, spínání shuntu apodob...



Obrázek 1.8: Charakteristika generátoru řízená elektronickým regulátorem GC 34p

Omezení proudu kotev trakčních motorů (Regulátor proudu YRI 10)

Účel:

Základní funkcí regulátoru proudu je udržovat proud trakčního generátoru na požadované hodnotě. - část charakteristiky A-B.

Popis:

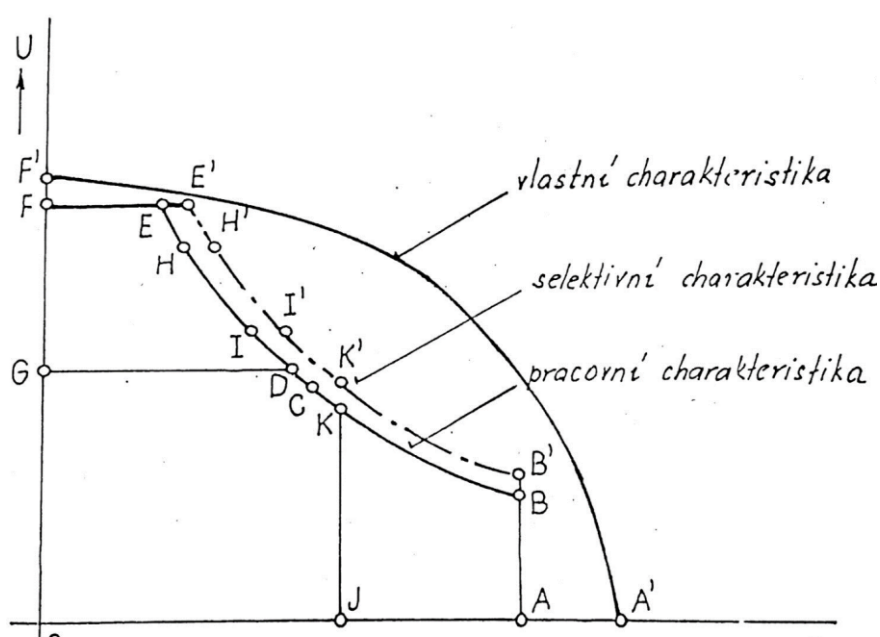
Omezení proudu kotev trakčních motorů je zajištěno jednotkou YRI 10. Je výstupním regulačním prvkem, do jehož vstupních obvodů zasahují svými požadavky ostatní nadřazené regulační a řídicí obvody. Svým výstupním signálem RI působí přes jednotky výstupního rozhraní na regulovanou soustavu.

Regulátor proudu YRI 10 srovnává žádanou hodnotu proudu I_{zmin} se signálem proudu I_s , který je dán výběrem maximální záporné hodnoty ze signálů proudů trakčního generátoru motorů I_1 a diagnostického vstupu I_D .

Žádaná hodnota proudového omezení I_{zmin} je dána výběrem minimální hodnoty ze signálů I_{zk} (žádaná hodnota proudu jako funkce polohy kontroleru), I_{zn} a I_{zv} (žádaná hodnota proudu jako funkce výkonu spalovacího motoru). I_{zk} je generována jednotkou VZJK6, která kvantuje vstupní tříbitový binární signál IN 4, IN 2, IN 1 (logické vnitřní signály stykače buzení generátoru) do tří úrovní. V důsledku omezených informací zadávaných kontrolerem signál I_{zk} určuje hodnotu proudového omezení na 1. a 2. jízdním stupni. Na zbývajících stupních signál I_{zk} zadává maximální hodnotu proudového omezení. Jednotka VZJK6 umožňuje nastavit odstupňování žádaných hodnot proudu i jejich dynamiku (rychlost nárůstu a poklesu) vzhledem k poloze kontroleru.

Funkční průběh žádané hodnoty proudu I_{zn} , který je funkcí otáček spalovacího motoru n_s , zadává proudové omezení na 3. až 8. jízdním stupni, kde je hodnota signálu I_{zn} menší než hodnota signálu I_{zk} . Vstupní signál n_s je generován převodníkem otáček (YPŘ 9). Převodník (YPŘ 9) převádí vstupní střídavé dvoufázové napětí z tachogenerátoru spalovacího motoru na analogový signál n_s , úměrný frekvenci vstupního napětí.

Odstavení regulátoru proudu YRI 10 a zároveň celé analogové řídicí části regulátoru a jeho opětovný přechod do aktivního stavu je zajištěno logickým signálem IBG (proud buzení generátoru).



Obrázek 1.8: Grafické znázornění charakteristik regulátoru GC 34p

Omezení výkonu spalovacího motoru (Jednotka YZV 6)

Účel:

Jednotka YZV 6 zajišťuje formování selektivní charakteristiky generátoru, která leží v blízkosti charakteristiky pracovní. Tím se snižují nároky na mechanický regulační systém spalovacího motoru, což přispívá ke stabilitě celého přenosového systému výkonu.

Popis:

Omezení výkonu spalovacího motoru je soustředěno v jednotce YZV 6, která provádí výpočet signálu I_{zv} , kterým je zadáváno proudové omezení v oblasti selektivní charakteristiky 2 nebo pracovní charakteristiky 3 (obr. 1.8). Výpočet signálu I_{zv} se provádí ze signálu požadovaného výkonu P_{zmin} a ze signálu napětí hlavního generátoru U_s podle vztahu:

$$I_{zv} = 5 \frac{P_{zmin}}{U_s}$$

Signál U_s je dán výběrem maximální záporné hodnoty ze signálu napětí trakčního generátoru U_1 a diagnostického vstupu U_v .

Požadovaný výkon P_{zmin} je daný minimální hodnotou ze signálů P_{zk} a P_{zNK} . Signál P_{zk} je zadáván jednotkou YZJK 6 a je kvantován do tří hladin a částečně je určen polohou kontroleru. Signál P_{zNK} je funkcí otáček spalovacího motoru. V případě přetížení spalovacího motoru je korigován signálem RP, nesoucím informaci o jeho přetížení (křivka 3). Funkční průběh závislosti signálů P_{zk} (žádaná hodnota výkonu jako funkce polohy přestavníku směru) a P_{zNK} (žádaná hodnota korigovaného výkonu generátoru) je volen tak, aby signál P_{zk} se uplatnil při nízkých polohách kontroleru, kde není omezeno množství paliva dieslu a kde elektrický přenesený výkon je tudíž přesně udržován na požadované hodnotě P signálem P_{zk} .

Regulace výkonu probíhá pouze na selektivních charakteristikách 2. Na vyšších stupních je výkon zadán signálem P_{zNK} , korigovaným signálem RP, protože závislost tohoto signálu na otáčkách spalovacího motoru vede ke stabilitě regulace soustrojí. V těchto případech probíhá regulace výkonu podle pracovních charakteristik 3. Signál P_{zk} se i výrazně uplatňuje při přechodových stavech soustrojí (změna otáček), protože dynamika nárustu signálu P_{zk} je volena tak, aby zatěžování spalovacího motoru bylo zpožděno za jeho otáčkami. Při snižování otáček je naopak strmost poklesu signálu P_{zk} volena tak, že sleduje zakódovanou polohu kontroleru. Tím dochází ke zrychlení odlehčení dieselu a k omezení přechodových jevů turbodmychadla. Dalšího snížení výkonu při snižování otáček je dosaženo logickým signálem IPB (signál snížení výkonu), který je aktivní po dobu snižování otáček. Umožňuje přechodné snížení selektivní charakteristiky o 30 % výkonu.

Zeslabení pole trakčních motorů / Shuntování (Jednotka YSH 9)

Účel:

Jednotka YSH 9 slouží k zeslabení statorového pole trakčních motorů prostřednictvím ovládaní třech stupňů kontaktních přístrojů (stykačů typu SC) spínajících kaskádu odporů, což má za následek postupného zvýšení otáček trakčního motoru. Tento systém prakticky užívá prvního Kirchhoffova zákona.

Popis:

Jednotka YSH 9 při své funkci porovnává žádanou hodnotu napětí trakčního generátoru U_z , které má být dosaženo, se skutečnou hodnotou napětí U_1 trakčního generátoru. Jednotka je seřízená tak, že k sepnutí kontaktních přístrojů pro zeslabení pole dochází v pracovním bodě (bod H nebo H' obr...) na selektivní nebo pracovní charakteristice skoro před dosažením hranice omezování napětí generátoru. Jednotka tedy plně využívá horní napěťové hranice pracovní nebo selektivní charakteristiky.

Posloupnost při spínání zajišťuje správnou činnost jednotky tím způsobem, že po sepnutí prvního shuntovacího stupně pro zeslabení pole trakčních motorů, se vlivem odezvy regulované soustavy na zeslabení pole trakčních motorů pracovní body H nebo H' posunou do střední části pracovní nebo selektivní charakteristiky (mezi body I a H nebo I' a H'). Při dalším zvyšování napětí dojde k sepnutí druhého shuntovacího stupně pro zeslabení pole trakčních motorů opět při návratu pracovních bodů (H nebo H') do výchozí pozice. Stejným způsobem dojde ke spínání třetího shuntovacího stupně.

Jednotka rovněž umožňuje vypnutí kontaktních přístrojů pro zeslabení pole v bodě I nebo I', je volena tak, aby bylo dosaženo potřebného regulačního rozsahu, který je dán mírou zeslabení pole trakčních motorů. Jednotka podobně jako při spínání rozpíná jednotlivé stupně pro zeslabení pole po sobě s časovou prodlevou avšak v opačném pořadí.

Skluzová ochrana

Účel:

Zabraňuje skluzu soukolí, což je důležité hlavně při rozjezdu a při brždění vozidla. Skluz soukolí je zvlášť nebezpečný, jelikož jsou použity sériové trakční motory a při skluzu dochází k jejich odlehčení.

Popis:

Skluz hnaných náprav je pro každou motorovou skupinu indikován skluzovou ochranou (GA 25), umístěnou na vozidle mimo regulátor. Ochrana v podstatě kontroluje rovnoměrné rozdělení napětí na motorech, sériově zapojených v jedné motorové skupině. Odchyšky v rozdělení napětí jsou indikovány jednotlivými čidly skluzových ochranných (GA 22). Z analogových vstupních čidel skluzových ochranných je vytvořen logický součet, jehož výstupní signál ISO dává společnou informaci o skluzu motorových skupin. Signál je dále zpracován jednotkou komparátoru adheze (YKA 2). Jednotka obsahuje dva komparátory, které vyhodnocují ve dvou stupních analogovou úroveň signálu ISO a převádí ho na logické signály SO1 a SO2 (1. a 2. stupeň skluzu), které zasahují do jednotky YODU 2, kde zastavují nárůst napětí na generátoru a tím omezují skluz lokomotivy. Jednotka YKA 2 zajišťuje, po odeznění skluzu předvolbu minimální strmosti nárůstu napětí na generátoru prostřednictvím jednotky YODU 2.

1.10 Princip uvedení lokomotivy do výkonu

Sepnutím kontaktů odpojovače baterií OB, přivedeme napětí na silové kontakty startovacích stykačů G1,G2 (dále jen G1,G2) a zároveň na rozvodnou síť řídicích obvodů v lokomotivě. Po zadání startovací polohy na jízdním kontroleru a stisknutí startovacího tlačítka (dále jen TT1) projde proud přes kontakty kotroleru. Stykač sepne kontakty předmazávacího olejového čerpadla (které je důležité pro start naftového motoru) a zároveň sepne startovací stykač G1, který přivede kladný pól na rotor trakčního generátoru. Záporný pól nám zatím zůstává na startovacím stykači G2, který sepne po stanovené době předmazávání nastavené v elektronické regulaci CR. Při držení tlačítka TT1 blokuje chod kompresoru, který by mohl mít negativní vliv mechanickými rázy na ložiska klikové hřídele dieselového motoru. Také by byl zbytečná zátěž pro trakční dynamo HG (dále jen HG). Sepnutý stykač G2 přivede záporný pól na startovací vinutí HG, který vlivem vytvořených elektromagnetických sil roztočí naftový motor na základní otáčky. Po uvolnění TT1 rozezne elektropneumatický ventil VK a kompresor začne plnit vzduchové jímky stlačeným vzduchem, zároveň odpadnou startovací stykače G1, G2. Po dosažení tlaku vzduchu 4,5 bar ve vzduchových jímkách, je lokomotiva elektricky připravena k provozu. Po zadání požadovaného směru na jízdním kontroleru je připravená vodivá cesta. Ta vede kaskádou jeho pomocných kontaktů. Vodivá cesta se skládá z kontaktů směrového válce, elektropneumatického ventilu a přestavníku směru PZ (dále jen PZ). PZ propustí stlačený vzduch do pístu, který je mechanicky spřažen s hřídelí, sepne silové smykové kontakty PZ a zároveň sepne pomocné kontakty PZ nacházející se v obvodu cívky stykače buzení BG (dále jen BG).

Velikost výkonu HG nastavujeme kaskádou kontaktů jízdního kontroleru naprogramovanou ve stupních. Po zadání jízdního stupně sepnou hlavní kontakty a pomocné kontakty linkových stykačů S1, S2 a hlavní kontakt BG. Elektronicky řízené buzení, jehož velikost je nastavena v centrálním regulátoru, který reguluje budící tok dle aktuálních otáček naftového motoru a dodává prostřednictvím budiče B budící proud do budícího vinutí HG.

Zároveň zadáním jízdního stupně sepne jedno relé nebo kombinace palivových relé RČ-RD-RE dle nastaveného binárního kódu. Palivové relé ovládají motorek stavěče otáček MVV, který je mechanicky spřažený s palivovou tyčí, ovládající palivová čerpadla. Palivová čerpadla dodávají palivo do jednotlivých válců naftového motoru.

Vytvořený výkon je přenesen trakčními vodiči přes silové kontakty linkových stykačů a přestavníku směru do 4 trakčních motorů, zapojených sérioparalelně. Při snížení jízdního stupně až do 0 rozezne BG a následně s nastavenou časovou prodlevou linkové stykače S1, S2 (časová prodleva slouží k tomu, aby linkové stykače nerozepínaly při výkonu).

Stroj je elektricky připraven k vypnutí. Uskutečníme ho vypínacím tlačítkem TP1 který přeruší elektrický proud do cívky stopmagnetu. Jeho jádro je vytlačeno pružinou vzhůru. Hydraulický systém přeruší dávku paliva do naftového motoru, jehož klika se vlivem kompresí a energetickými ztrátami spřažených strojů přestane otáčet. Posledním krokem je rozpojení kontaktů odpojovače baterií.

Pozn. Podkapitola 1.10 se přímo váže na přílohovou část A.

2. Lokomotiva 729.6 (419.1)



Obrázek 2.1: Lokomotiva 729

2.1 Základní informace

„Lokomotiva řady 729, z výroby označené jako řada T 419.0 (nově 729.5) a T 419.1 (nově 729.6), je čtyřnápravová dieselelektrická lokomotiva vyráběná firmou ČKD Praha s přestávkami mezi lety 1983 a 1992. Jde o specializovaný typ lokomotivy, určený především do hutních a dalších průmyslových provozů.

Hlavním impulzem pro vývoj nového typu lokomotivy, přizpůsobeného provozu v náročných hutních podmínkách, byly požadavky ostravské NHKG (tehdejší Nová huť Klementa Gottwalda), jenž disponovala nedostatkem vhodných lokomotiv ve vlastních provozech – hromadně vyráběné stroje řady T 448.0 (dnes 740) byly pro její podmínky příliš výkonné a lehké. Přestože byla výrobní kapacita pražského ČKD v pozici monopolního výrobce motorových lokomotiv v Československu omezená, prosadilo si nakonec hutnictví jakožto důležité průmyslové odvětví své, tyto podněty byly vyslyšeny a zkraye 80. let započaly konstrukční práce na novém typu speciální hutní lokomotivy. Nejdůležitějšími parametry byly:

- a) Vysoká nápravová hmotnost (nutná pro patřičnou adhezi)
- b) Nízká maximální rychlost (kvůli průběhu tažných sil)
- c) Snížení kapot (pro zajištění kvalitního výhledu do všech stran, především při posunu)“

Konstrukce

„Tato lokomotiva, označená řadou T 419.0, vyšla v maximální možné míře z již vyráběných řad T 448.0 a T 457.0 (730), aby nemusely být složitě vyvíjeny všechny nové komponenty. Použit byl proto shodný spalovací motor K 6 S 230 DR. Pro dosažení vyšších tažných sil byly ale upraveny trakční motory z výkonnějších řad T 669.0/1 pod označením TE 006 B. Zároveň byl celý rám včetně čelníků vyroben z mohutnějších plechů, aby celková hmotnost lokomotivy narostla až na 84 tun (proti 68 tunám u řady T 457.0). Tvar kapot byl pozměněn na základě požadavků hutí, aby umožňoval co nejlepší rozhled do všech stran. Prototypy se ještě částečně podobaly řadě T 457.0, sériové lokomotivy již ale byly plně uzpůsobeny dle přání zákazníka a kapoty sníženy na nejnižší možnou mez. Jednou z hlavních předností nové lokomotivy bylo také dosazení dálkového ovládání pomocí radiostanice Theimeg, dovezené z NSR. Toto zařízení umožnilo sloučit funkci strojvedoucího a posunovače do jedné osoby a ušetřit tak počet zaměstnanců. Na lokomotivě T 419.0511 (729.511) byla ověřována zástavba EDB, která se osvědčila a byla poté montována do všech sériově vyráběných lokomotiv řady T 419.1.“

Tabulka 2.1: Vlastnosti lokomotivy 729

Celková hmotnost	84/88	t
Celková délka	15,26	m
Maximální rychlost	40	Km/h
Maximální výkon (trakčního generátoru)	568	kW

Využití

„Nové lokomotivy přinesly v provozu značné úspory a zlepšení pracovních podmínek. Se zavedením povelových radiostanic stačil na obsluhu lokomotivy jeden pracovník. Další značné finanční náklady ušetřila efektivní elektrodynamická brzda, díky snížení spotřeby brzdových zdrží na zlomek původního množství. Vhodná trakční charakteristika také umožnila nahradit těmito lokomotivami větší stroje řad T 448.0 a T 669.0/1 (770/771), jenž byly pro vlečkový provoz nevhodné. V provozu byly lokomotivy dále mírně upravovány podle potřeb jednotlivých majitelů.“

2.2. Trakční výzbroj

Každou nápravu pohání jeden trakční stejnosměrný elektromotor TE 006B s buzením sériovým a s cizí ventilací. Motory jsou zabudované v lokomotivních podvozcích polooodpruženým tlakovým závěsem.

Dva motory jednoho podvozku jsou vždy zapojené v sérii a napájejí se z jednoho třífázového můstku trakčního usměrňovače ETU sestaveného z křemíkových diod. Oba můstky ETU1 a ETU2 jsou ve společné nádobě naplněné olejem.

Hlavním trakčním generátorem je synchronní alternátor s vyjádřenými póly a vlastní ventilací, typ TA604. Kotva alternátoru má dvě třífázové vinutí. Každé je zapojené na jeden usměrňovací můstek. Stroj je jednoložiskový, upevněn statorovou přírubou na skříň naftového motoru s opěrnými patkami na statoru ležící na rámu lokomotivy. Hřídele jsou spojeny tuhou spojkou.

V každém obvodu trakčních motorů je zařazený elektropneumatický stykač SD11, který vypíná při vypnutí pohonu.

Elektropneumatickým přepínačem BC25 označeným PPZ se mění polarita sériového buzení trakčních motorů, podle zvoleného směru jízdy.

Elektrický přenos je vybaven skluzovou ochranou, která pomocí čidla EČS vyhodnocuje skluz náprav podle okamžitých rozdílů svorkových napětí v sérii spojených trakčních motorů. Spínací jednotka ERG 1 zasahuje do buzení budiče trakčního alternátoru.

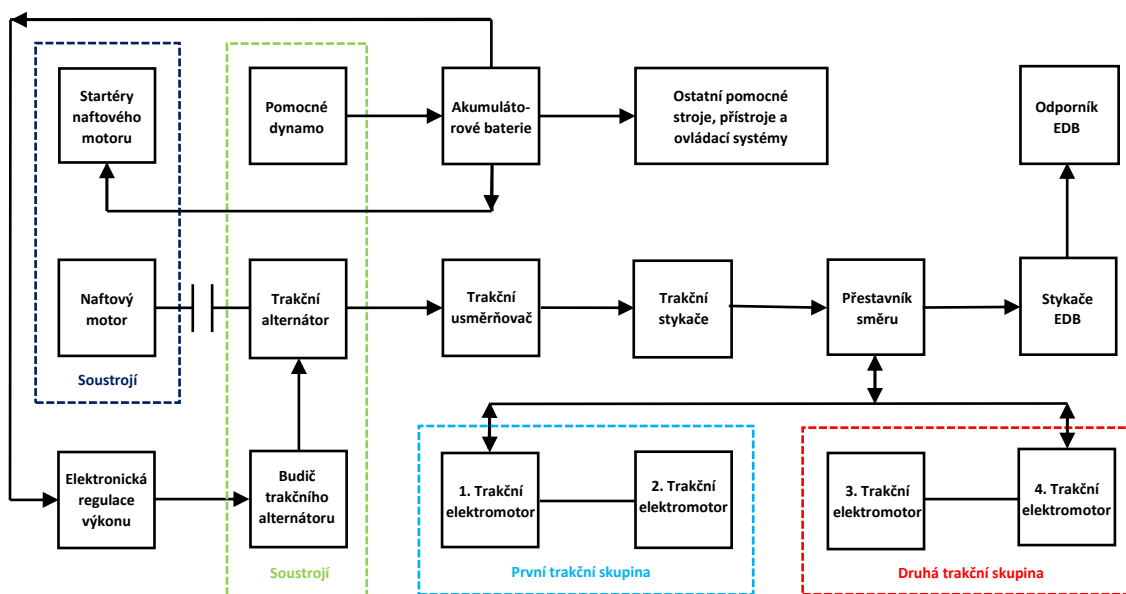
Lokomotiva je dále opatřena elektrodynamickou brzdou EDB, která využívá princip rekuperace trakčních motorů bržděním do odporníku chlazeným ventilátorem napájeným úbytkem napětí na odporníku.

V poslední řadě lokomotiva nabízí možnost pojezdu určenou pro přesun uvnitř hal napájeným z akumulátorových baterií 150 Ah o 75ti člancích se stejnosměrným napětím 110 V, které jsou zároveň zdrojem ovládacích a pomocných přístrojů. Akumulátorové baterie jsou nabíjeny (za chodu naftového motoru) pomocným dynamem 9 kW.

Jednotlivé části trakční výzbroje druhé kapitoly budou:

- 1) Trakční alternátor
- 2) Trakční usměrňovač
- 3) Trakční elektromotor
- 4) Motor chlazení trakčních motorů
- 5) Elektrodynamická brzda
- 6) Přestavník směru

Pozn. Pomocné dynamo a budič jsou totožné stroje jako je tomu u loko. 740, a proto je již nebudu znovu rozebírat.



Obrázek 2.2: Blokové schéma elektrické výzbroje lokomotivy 729

2.3 Trakční alternátor TA 604

Technické údaje:

Tabulka 2.2: Technické údaje trakčního alternátoru TA 604

Veličiny	Režim Jízdy	Režim EDB	Max. hodnoty	Jednotky
Výkon	568	531	-	kVA
Napětí	298	529	800	V
Proud	550	290	1300	A
Otáčky	1150	1150	1250	ot./min.
Frekvence	115	115	-	Hz
Buzení	126	95	275	A
Hmotnost	3150			kg

Účel:

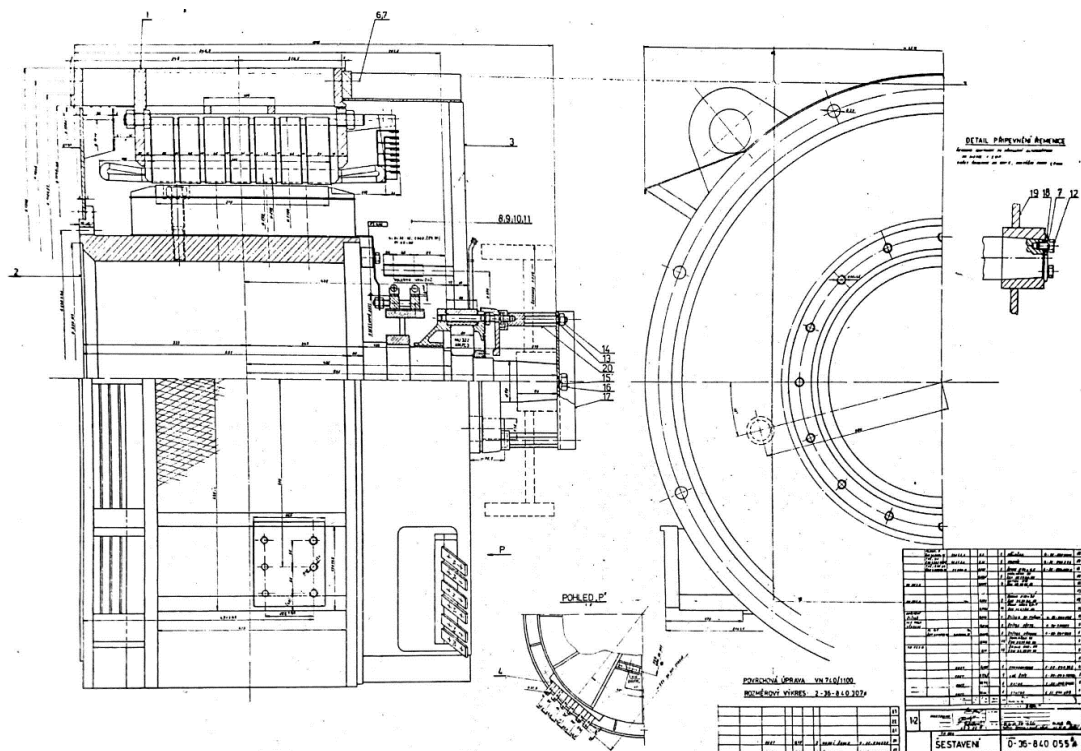
Trakční alternátor je poháněn dieslovým motorem a je zdrojem proudu pro trakční elektromotory.

Popis:

Trakční alternátor TA 604 je synchronní trojfázový alternátor se dvěma samostatnými trojfázovými vinutími na statoru a s budícím vinutím na rotoru s vyniklými póly. Alternátor napájí trakční usměrňovač. Budící stejnosměrný proud dodává budič, jehož rotor je řemenovým převodem spojen s hřídelí rotoru generátoru a regulací budiče se řídí výkon stroje.

Provedení alternátoru je jednoložiskový stroj je upevněn přírubou statoru na skříň dieslového motoru a patkami na rámu lokomotivy. Přes řemenový převod hřídele rotoru tvoří soustrojí s pomocným nabíjecím dynamem.

Hřídel rotoru je spojena s klikou dieslového motoru tuhou spojkou.



Obrázek 2.3: Technický náčrt trakčního alternátoru TA 604

2.4 Trakční usměrňovač PA 13

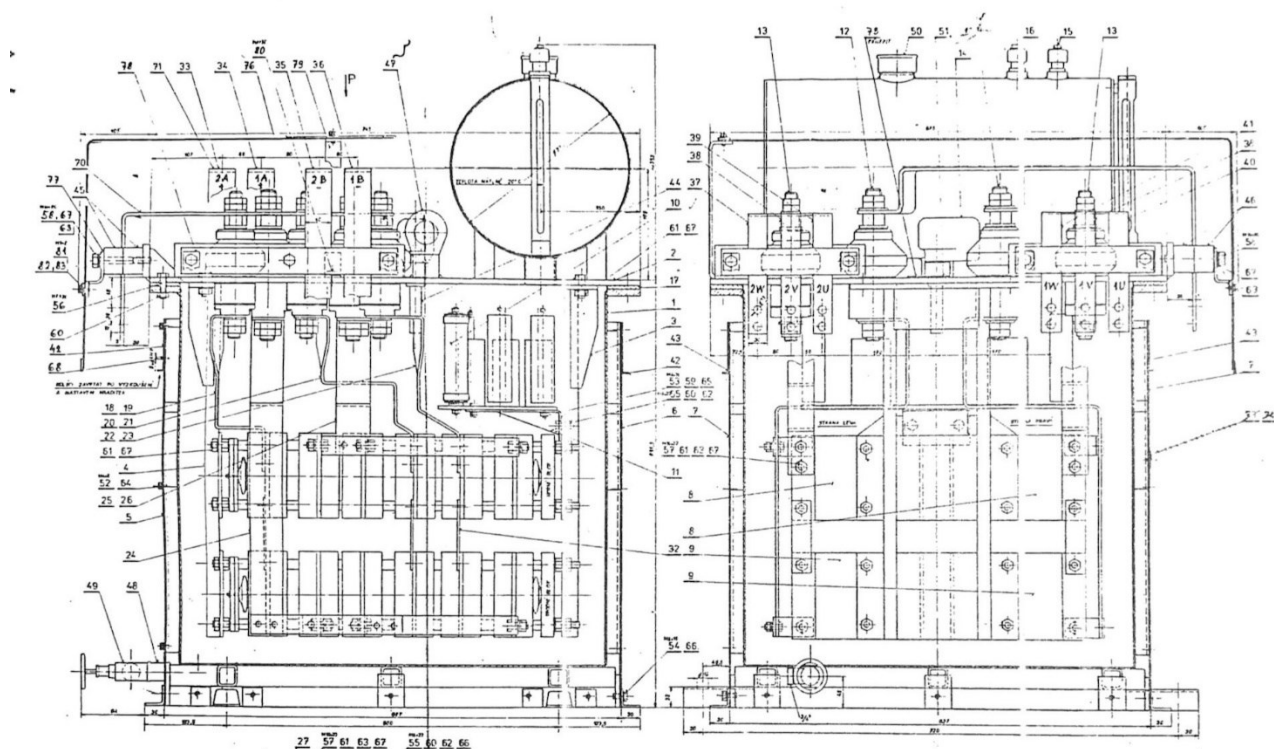
Účel:

Trakční usměrňovač usměrňuje třífázový střídavý proud tvořený trakčním generátorem na proud stejnosměrný, který je veden do čtyřech trakčních elektromotorů rozdělených do dvou skupin.

Popis:

PA 13 jsou dvě samostatné třífázové polovodičové usměrňovače sestavené z křemíkových diod s hliníkovými chladicími tělesy. Oba můstky jsou uloženy ve společné nádobě naplněné nehořlavým chladicím olejem o objemu zhruba 200 l. Vstupní a výstupní svorky jsou provedené jako průchodky na víku nádoby. Proud je přenášen od vstupních svorek měděnými přípojnici, které jsou přimontovány za pomoci měděných podložek a železných matek k závitové měděné tyči. Závitová tyč je uchycena k tělu usměrňovače keramickými izolátory s gumovým těsněním na spodní i vrchní straně. Diody jsou přimontovány na těla chladičů, a jsou opatřeny slanými vodiči s nalisovanými očky, přimontovanými na vnitřní přípojnice. Usměrněný proud vychází přes vnitřní přípojnice po závitových tyčích a vnějších přípojnících, na jejichž konci je umístěn vývod usměrňovače.

Každý můstek má svou přepětovou ochranu. Tvoří ji tři RC členy, které jsou zapojeny mezi vstupní střídavé svorky do trojúhelníku.



Obrázek 2.4: Technický náčrt trakčního usměrňovače PA 13

2.6 Stejnoseměrný motor MO 112 L

Technické údaje:

Tabulka 2.4: Technické údaje motoru chlazení MO 112 L

Veličiny	Jmenovité hodnoty	Jednotky
Výkon	1,9	kW
Napětí	110	V
Proud	20,7	A
Otáčky	1460	ot./min.
Hmotnost	60	kg

Účel:

Motor se používá k pohonu ventilátoru chlazení trakčních motorů.

Popis:

Motor byl výrobkem tehdejší firmy MEZ Brno. Je to čtyřpólový stejnosměrný stroj s dynamicky vyváženým rotorem.

Izolace je provedena ve třídě F.

Chvění stroje odpovídá třídě N. Stroj je odrušen pro průmyslovou oblast na mezní hodnoty RO 3. Na lokomotivě 729.6 nalezneme hned dva kusy, je to dáno tím že oproti lokomotivě 740.0 není hřídel ventilátoru první trakční skupiny připojená přes řemenový převod k rotoru hlavního generátoru.

2.7 Elektrodynamická brzda EDB

Účel:

EDB jako celek slouží jako pomocný brzdňý systém, který má jako hlavní účel snížit opotřebení hlavního mechanického brzdňého systému na minimum.

Popis:

Elektrodynamická brzda lokomotivy T419.1 je brzda spádová. Jde o udržování zvolené stálé rychlosti vlaku, sjíždějího ze svahu. Pro spádové brždění je výhodné, když závislost brzdňé síly na rychlosti je rostoucí funkce. Tato charakteristika $F_b = k \times v$ se získá nastavením určitého konstantního buzení změnou předřadných odporů v obvodu buzení budiče. Volba sjíždění rychlosti spočívá v nastavení potřebného konstantního buzení trakčních motorů. Nastavení se provádí kontrolerem v devíti stupních.

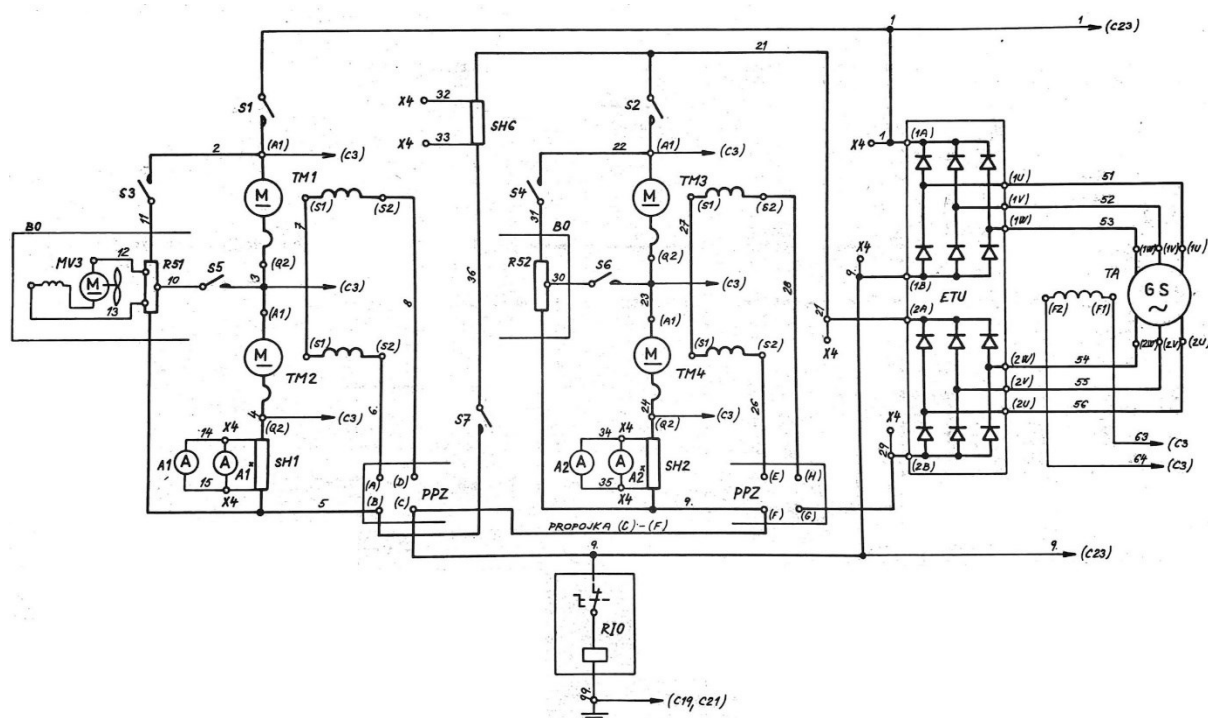
(V oblasti velmi malých rychlostí brzdňý moment klesá k nule, dobrždění do klidu se musí vždy provést vzduchovou brzdou.)

Při elektrickém brždění se ke každé dvojici v sérii zapojených kotev trakčních motorů TE 006 B zapojí brzdový odporník pomocí elektropneumatického stykače (typu SD 11). Toto propojení středů funguje jako samočinná ochrana proti smyku kol při překročení meze adheze. Budící vinutí všech trakčních motorů se zapojí do série a pomocí elektropneumatického stykače SD 11, se celý budící obvod připojí na jeden trakční usměrňovač, takže trakční alternátor TA 604 spolu s budičem D 207 A tvoří budící kaskádu s velkým výkonovým zesílením. Nastavení budících proudů trakčních motorů při elektrickém brždění se provádí v obvodu buzení budiče, tedy v obvodu malých proudů a napětí.

Řízení elektrického brždění se provádí jízdním kontrolerem, který má 9 stupňů elektrické brzdy. Na každém stupni EDB se nastaví určitý budící proud trakčních motorů. Nastavení budících proudů se provádí přepínáním předřadného odporu v buzení budiče a pomocí vačkových spínačů kontroleru přes kontakty relé.

Způsob přepínání z režimu jízdy do režimu EDB a naopak, zajišťuje maximální bezpečnost a chrání trakční motory a hlavní stykač před poškozením a nadměrným opotřebením. Při přechodu z jízdy do brzdy je u jízdních stykačů ochranný časový spínač, který zpozdí jejich vypnutí o 1 s proti vypnutí stykače buzení trakčního alternátoru. Za tu dobu dostatečně zanikne trakční proud a stykače nejsou zatěžovány nadměrným vypínacím výkonem. Teprve po bezpečném rozepnutí jízdních stykačů se odblokují stykače brzdových odporníků a stykač budícího obvodu trakčních motorů. Nabuzení EDB má zpožděnou odezvu způsobenou časovou konstantou cca 1 s budící kaskády budič, trakční alternátor, trakční motory. Přechod z jízdy do brzdy se uskuteční nejrychleji za 3 s, v tom čase stavěč otáček sníží otáčky naftového motoru dostatečně blízko k volnoběhu. Tak je odstraněn nežádoucí vliv otáček naftového motoru na charakteristiky brzdových stupňů.

Při přechodu z brzdy na jízdu je proveden časovým spínačem zpoždění odpadu u stykače v budícím obvodu trakčních motorů. Zpoždění trvá 1 s proti vypnutí stykače buzení trakčního alternátoru. Za tu dobu klesne budící proud trakčních motorů na hodnotu, která nezpůsobí nadměrné opalování kontaktů. Sepnutí jízdních stykačů je vázáno na bezpečné rozpojení všech brzdových stykačů.



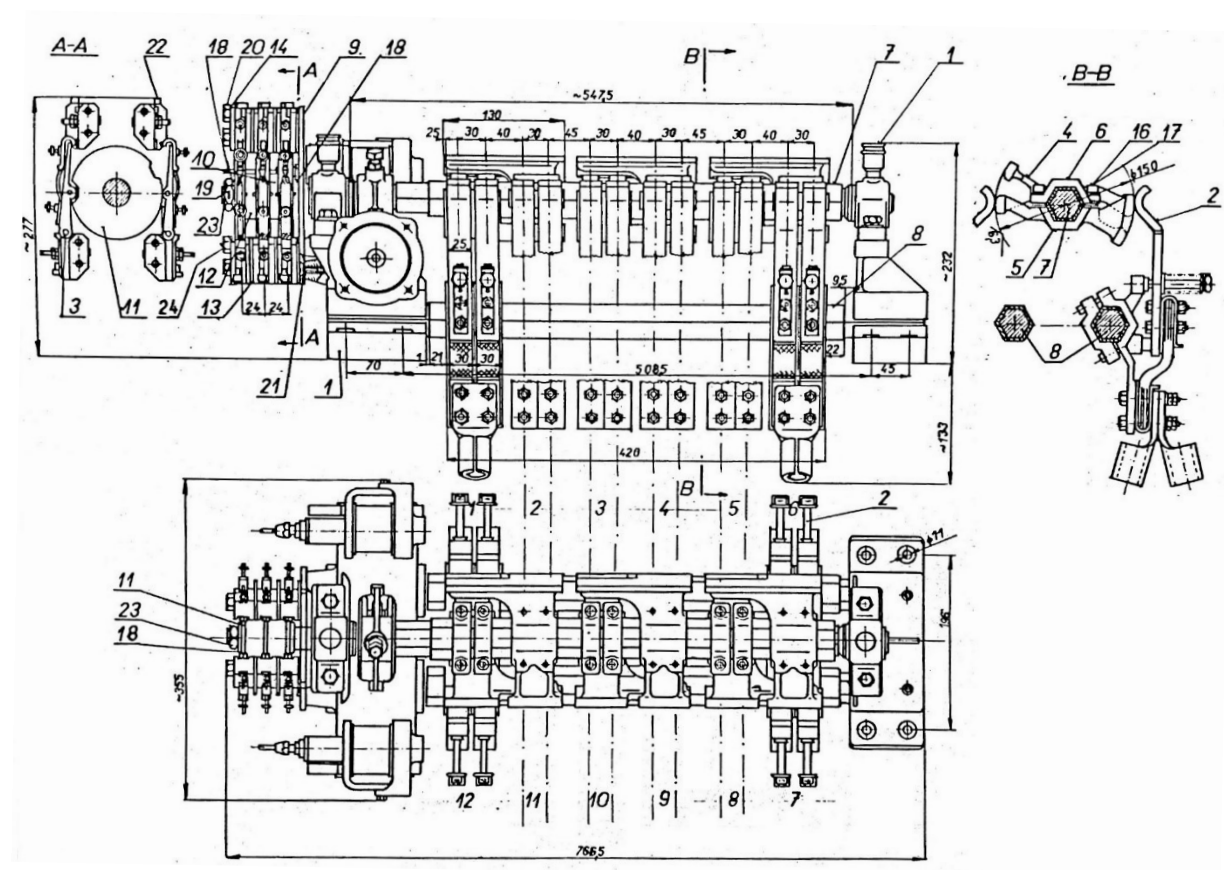
Obrázek 2.6: Elektrické schéma trakčních obvodů lokomotivy 729

Pozn. Legendu k elektrickému schématu trakčních obvodů lokomotivy 729 naleznete v příloze.

Technické údaje:

Veličiny	Jmenovité hodnoty	Jednotky
Jmenovité napětí	750	V
Jmenovitý proud	1000	A
Přítláčná síla hl. palců	110	N
Tlak vzduchu	450-800	kPA
Hmotnost	120	kg

Přepínač směru BC 25 má podobnou konstrukci jako přepínač směru BC 18 (viz. loko. 740). Má stejný účel. Rozdílem mezi těmito přepínači je v počtu hlavních kontaktů, to způsobuje že hned na první pohled je patrný rozdíl v délce obou přepínačů. Jinak princip činnosti i uložení kontaktů (jak pomocných, tak hlavních) zůstává stejný. Zvýšený počet kontaktů je dán jejich zdvojením kvůli zvýšení jmenovitého proudu přepínače.



Obrázek 2.7: Technický náčrtek přepínače směru Bc 25

3. Závěrečné zhodnocení

3.1 Obecné zhodnocení elektrického přenosu výkonu

Nezávislé trakce s elektrickým přenosem výkonu obecně přinesly značné výhody, ale i své nevýhody v porovnání s např. mechanickým přenosem výkonu.

„Mezi výhody řadíme:

1. Využití spalovacího motoru.
Podstatnou výhodou je použití naftového motoru jako nezávislého zdroje mechanické energie, který je optimálně využíván a jeho režim lze vhodnou regulací sladit s pohonem lokomotivy a tím ho lépe využívá než např. nezávislá trakce s mechanickým přenosem výkonu.
2. Dobrá trakční charakteristika.
Mezi hlavní výhody elektrického přenosu patří jeho dobrá trakční charakteristika, která se přibližuje ideální trakční hyperbole a při rozjezdu dosahuje velkých záběrných momentů. Její průběh je spojitý a nedochází k přerušení tažné síly.
3. Přenos elektrické energie.
Elektrickou energii lze poměrně jednoduše rozvádět do pohyblivých částí vozidla a není zapotřebí složitých hřídelí a nápravových převodovek. S tím souvisí i schopnost rozvodu poměrně velkých výkonů.
4. Snadná reverzace.
Změna směru jízdy se provádí přepólování části sériového vinutí za pomoci přestavníku směru, a tak tedy není nutno použití reverzační převodovky.
5. Rekuperace energie.
Při použití sériových motorů brždění do odporu.
6. Nepřetržitý průběh tažné síly.
Na rozdíl například od mechanického přenosu výkonu nedochází ke skokové změně tažné síly řazením jízdních stupňů. Nejsou tak způsobovány podélné rázy, které při tažení velkých nákladních vlaků mohou způsobit v krajním případě i roztržení spřáhel vagónů.

Mezi nevýhody řadíme:

1. Nižší účinnost
Celková účinnost je dána součinem všech účinností jednotlivých prvků a to: trakčního generátoru, trakčních elektromotorů a trakční převodovky. Největší ztráty se nachází na generátoru a elektromotoru, jedná se hlavně o ztráty ohmické. K Největším ztrátám dochází při rozjezdu a při shuntování, kdy dochází ke skokové změně velikosti proudu.
2. Vysoká hmotnost
Vysoká hmotnost je dána použitím trakčního generátoru a trakčních motorů. Velikost motorů je dána maximálním momentem. Jednostupňové převody na hnací dvojkolí jsou konstruovány na nejvyšší možnou hodnotu převodového poměru, tím klesá kroutící moment potřebný k rozjezdu vozidla. Vysoká hmotnost vozidla způsobuje větší namáhání kolejového svršku.
3. Náročná údržba.
Údržba vozidla s elektrickým přenosem výkonu je složitější než u mechanického nebo hydraulického přenosu, kde spočívá jen v pravidelné výměně oleje. Kontrolovány jsou kontakty spínacích přístrojů, přítlačná síla sběrných kartáčů a podobně v pravidelných prohlídkách.“

3.2 Zhodnocení trakční výbroje dynamo/aleternátor

1. Hmotnost generátoru.

Hmotnost alternátoru je zhruba o 30% nižší než u dynamu a také jeho rozměry jsou menší. Setrvačný moment magnetového kola alternátoru je zhruba o 200% nižší než kotvy dynamu, což usnadňuje jednoložiskové provedení.

2. Spuštění naftového motoru.

Dynamo narozdíl od synchronního alternátoru lze použít ke startu naftového motoru. Navíc startéry namontovány na těle motoru často podléhají degradaci izolace a tím zhoršení izolačního stavu.

3. Komutátor.

Alternátor jakožto bezkomutátorový elektrický točivý stroj je prakticky bezúdržbový navíc spolehlivost je vyšší (protože odpadají problémy s komutátorem).

4. Budící výkon.

Alternátor vyžaduje vyšší budící výkon o cca 25 %, což se projeví ve velikosti budícího stroje a v náročnosti na silové části jeho regulátoru buzení.

5. Sérioparalelní řazení.

Alternátor, je-li proveden jako vícefázový stroj, např. se dvěma třífázovými výstupy, může pracovat se sérioparalelním řazením usměrňovačů, s možností plynulého přechodu. Je to jistá obdoba skupinového řazení trakčních motorů u stejnosměrného dynamu, ovšem bez přepínání motorů a problémy s tím spojených.

6. Usměrňovač.

Alternátor vyžaduje usměrňovač. Ten lze umístit v libovolné části lokomotivy, avšak je nutno počítat s jeho vahou a velikostí. Pro informaci: Rozměry a hmotnost samotného usměrňovače pro nucené vzduchové chlazení a výkon 1200 kW činí 635 X 600 X 1435 mm a 246 kg.

7. Omezení proudu alternátoru.

Vnitřní reaktance alternátoru ve spojení s usměrňovačem dává stroji dekompaundní charakter, což se příznivě projevuje v přechodových procesech omezení proudu trakčních motorů, jako důsledku shuntování, skluzu apod. Má-li k tomu ještě jeho buzení derivační charakter, je prakticky zkratuvzdorný.

Obecně vzato platí, že jsou dynamy nahrazeny alternátory, které jsou jednodušší, spolehlivější a lacinější i přes potřebu usměrňování střídavého proudu. Na závěr by bylo dobré dodat, že v tehdejší Československu, kde se lokomotivy vyráběly brzdil používání alternátoru nedostatek vhodných startérů. V dnešní době už nové lokomotivy s použitím dynamu nevidíme.

Závěr

V práci jsem postupně popsal elektrické trakční výzbroje lokomotiv se stejnosměrným přenosem výkonu. Lokomotiva 740, jejíž trakčním generátorem je dynamo a lokomotiva 729, jejíž trakčním generátorem je trakční alternátorem. Typy lokomotiv jsem vybral záměrně. Měřítkem bylo použití některých stejných elektrických strojů, přístrojů (např. budič, pomocné dynamo atp.) a naftového motoru.

Při srovnání obou způsobů trakcí jsem dospěl k závěru, že se nedá vycházet z těchto typů lokomotiv. Jejich zamýšlené využití je odlišné. To by mohlo mít za následek zkreslení závěrečného zhodnocení. Je nutno podotknout, že doplnění výzbroje EDB brzdou je rozhodnutím zákazníka.

Srovnal jsem klady a zápory uvedených typů trakčních generátorů. Krom odlišných generátorů a s tím spojených elektrických zařízení (usměrňovač, startéry) se elektrická trakční výzbroj principiálně neliší. Při stavbě nových a remotorizací starých lokomotiv už použití trakčního dynama jako zdroje elektrické energie pro trakční motory již nevidíme. Dá se tedy konstatovat, že i když trakční alternátor nemůže být použit pro start spalovacího motoru a je nutné jím vyrobený proud usměrnit. Stále jeho výhody jako např. dekompaudní charakter nebo jednoduchost, spolehlivost a levnější pořizovací cena převyšují nad nevýhodami.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] ULIARCZYK, Augustin. *Elektrická výzbroj dieselelektrických lokomotiv ČKD*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1982.
- [2] ULIARCZYK, Augustin. *Elektrická schémata dieselelektrických lokomotiv a motorových vozů*. 2., dopl. vyd. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1975.
- [3] Lokomotiva 740 – Wikipedie. [online]. [cit. 26.04.2021]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Lokomotiva_740
- [4] Lokomotiva 729 – Wikipedie. [online]. [cit. 26.04.2021]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Lokomotiva_729
- [5] *Vysoké učení technické v Brně* [online]. Copyright ©Z [cit. 26.04.2021]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=85468

Seznam příloh

Část A: Schéma elektrické výzbroje lokomotivy 740.....	II
Obrázek A1: Schéma elektrické výzbroje lokomotivy 740	II
Tabulka A1: Legenda ke schématu elektrické výzbroje lokomotivy 740.....	III
Část B: Legenda ke schématu trakčních obvodů lokomotivy 729	IV
Tabulka C1: Legenda ke schématu trakčních obvodů lokomotivy 729	IV
Část C: Fotografie upevnění elektrických strojů na lokomotivě	V
Obrázek C1: Upevnění trakčních motorů v podvozku loko. 740.....	V
Obrázek C2: Loko. 729 soustrojí generátor-budič-dynamo	VI
Obrázek C3: Loko. 740 soustrojí generátor-budič-dynamo	VII

Část A: Schéma elektrické výzbroje lokomotivy 740



Tabulka A1: Legenda ke schématu elektrické výzbroje lokomotivy 740

MD	Motor strop. Ventil.	C5	Zpožďovací VS 1-2	P10	Mínus pól 110 V	UP1	Tlak nafty	SVČ	Doběh. spínač
MVV	Motor stavěče otáček	C 6,7	Zhašecí RK-RO	P11	Napájení řadiče ŘD	UP2	Tlak vzuchu pln. č.	TK1-3	Konc. spínač
ND	Nabíjecí dynamo	<u>Žárovky</u>		P12	Mínus pól 24 V	UP3	Tlak oleje dieslu	TL1	Tlak v průb. pot.
B	Budič	Ž1-2	Dálkového reflektoru	P14	Promazav. Čerpadla	UR	Rychloměr	TL2	Tlak oleje dieslu
PD1,2	Tachodynamo	Ž3-10	Návěs. Reflektorů	P15	Přístrojů	UT1	Teplota výf. plynů	TL3	Tlak promaz. ol.
<u>Stykače</u>		Ž11	Osv. Stanoviště	P16	Osv. jízdního řádu	UT2	Teplota oleje dieslu	<u>Odpor</u>	
BG	Buzení tr. Dynama	Ž12	Osv. Strojovny	P21,22	Nabíjecí zásuvky	UT3	Teplota vody hl. ok.	R1-6	Shuntovací
F1-6	Shuntování	Ž13,14	Osv. přístr. pultu	<u>Spínače</u>		<u>Vysílače měř. přístrojů</u>		R13	Zhášecí BG
G1-G2	Startovací	Ž17	Osv jízdního řádu	PRF	Reflektoru	SH1-2	Bočník	R15	Regul. Výkonu
S1-2	Trakční	Ž20-23	Osv. Rozvaděče	SL,SP	Návěstních světel	EQ	Vys. otáček dieslu	R19-20	Motoru stavěče
SČ	Motor čerp. Oleje	KD1	Závada dieslu	SM1-2	Ventilů trak. stykačů	EP1-3	Vysílač tlaku	R22,33	Regulační ventilu
<u>Relé</u>		KA	Skluz náprav	SO	Stropních ventilů.	ER	Vysílač rychloměru	R34	Motoru topení
ČR	Časové	KN	Nabíjení baterie	RT	Topení stanoviště	ET1-3	Vysílač teploty	R35	Relé signalizace
RRN	Regulátor nabíjení	<u>Jističe</u>		SU	Osv. přístrojů	<u>Zásuvky</u>		R36	Měř. přístrojů
RC,RD,RE	Stavění výkonu	J1	Stavěče otáček	SX	Osv. Strojovny	NZ	Nabíjení baterie	R38-39	Regul. osv. přístr.
PRS	Pomocné skluzu	J2	Startovacího okruhu	SJ	Osv. jízdního řádu	Z1-3	Na lokomotivě	R40-41	Tlum. reflektoru
<u>El. pneumatikové ventily</u>		J3	Regulátoru RRN	SS1-2	Centrálního spřáhla	Z4	Jízdního řádu	R42	Osv. kabiny
VS1-2	Stykačů tr. Mot.	J4	Motoru topení	JV	Regulace buzení	<u>Přístroje</u>		R100	Zhášecí cívek příst.
SP-SZ	Centrálního spřáhla	J5	Hl. reflektoru	<u>Tlačítka</u>		BA	Akumul. baterie	R37	Předradný rychl.
VP-VZ	Přepínač směru	J6	Návěst. světel	TT1	START spal. mot.	HK	Sign. houkačka	<u>Elektronická regulace</u>	
VPS1-2	Sypače písku	J7	Svět. Obvodů kabiny	TP1	STOP spal. mot	IT1	Tep. vod. motoru	CR	Centrální reg.
VY1-2	Spojka Vent. Chlazení	J8	Zásuvek	TSn	Sypače písku-nož.	IT2	Tep. vod. mezi chlad.	Č1	Proudové čidlo
VK	Kopresoru	J9	Reserva	TSr	Sypače písku-ruč.	IT3	Sign. poruchy dieslu	Č2	Napěťové čidlo

Část B: Legenda ke schématu trakčních obvodů lokomotivy 729

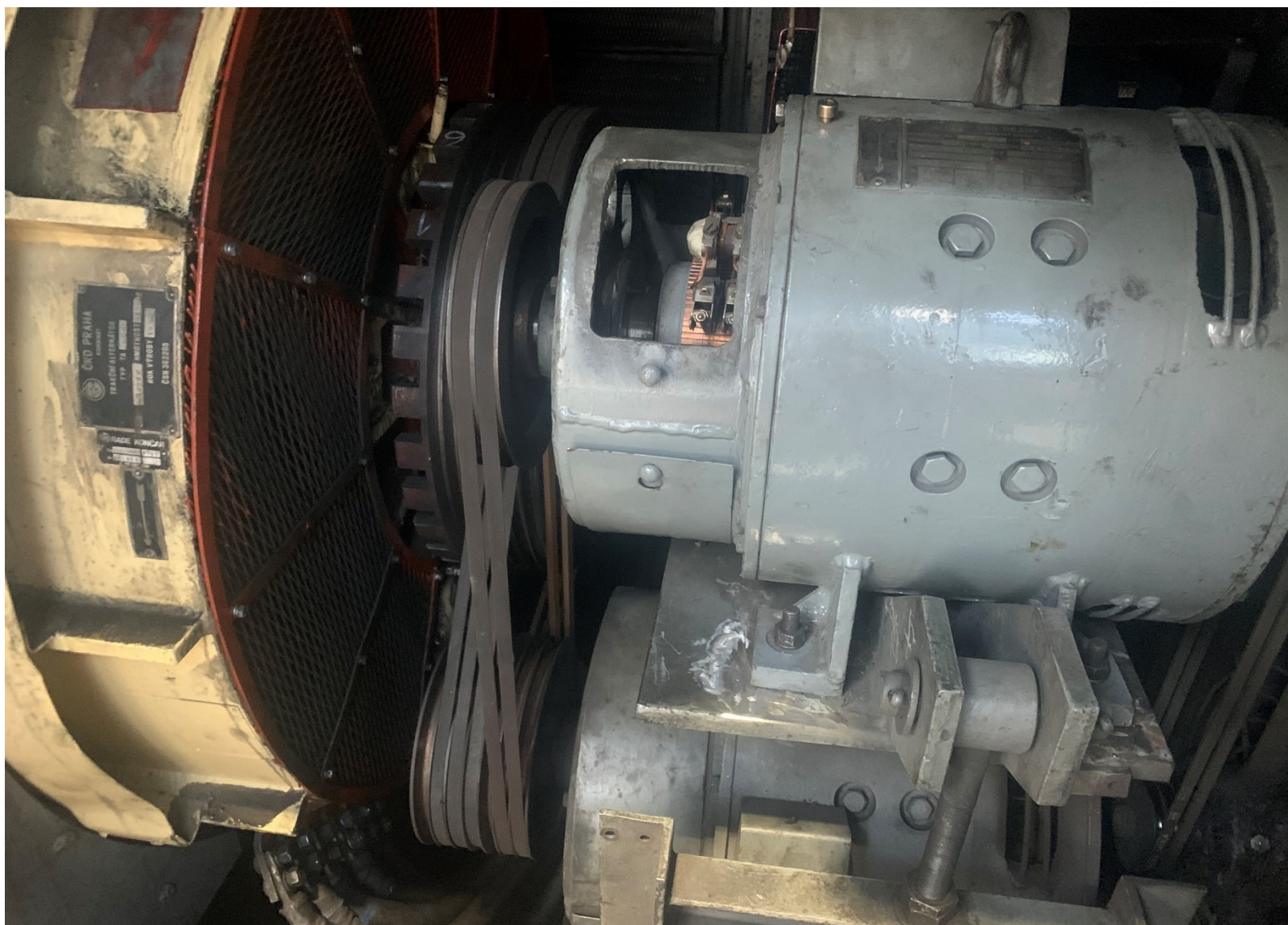
Tabulka C1: Legenda ke schématu trakčních obvodů lokomotivy 729

MV3	Motor ventilátoru brzdných odporů
R51-52	Brzdový odpor
S1-2	Stykač trakčních motorů
TM1-4	Trakční motor
S3-6	Stykač elektrické brzdy
PPZ	Přepínač směru
A1	Ampérmetr jízdního a brzdového proudu
RIO	Hlídač izolačního stavu
S7	Stykač elektrické brzdy-buzení trakčních motorů
SH6	Bočník v buzení trakčních motorů
A2	Ampérmetr jízdního a brzdového proudu
SH1-2	Bočník ampérmetru
ETU	Trakční usměrňovač
GS	Trakční generátor

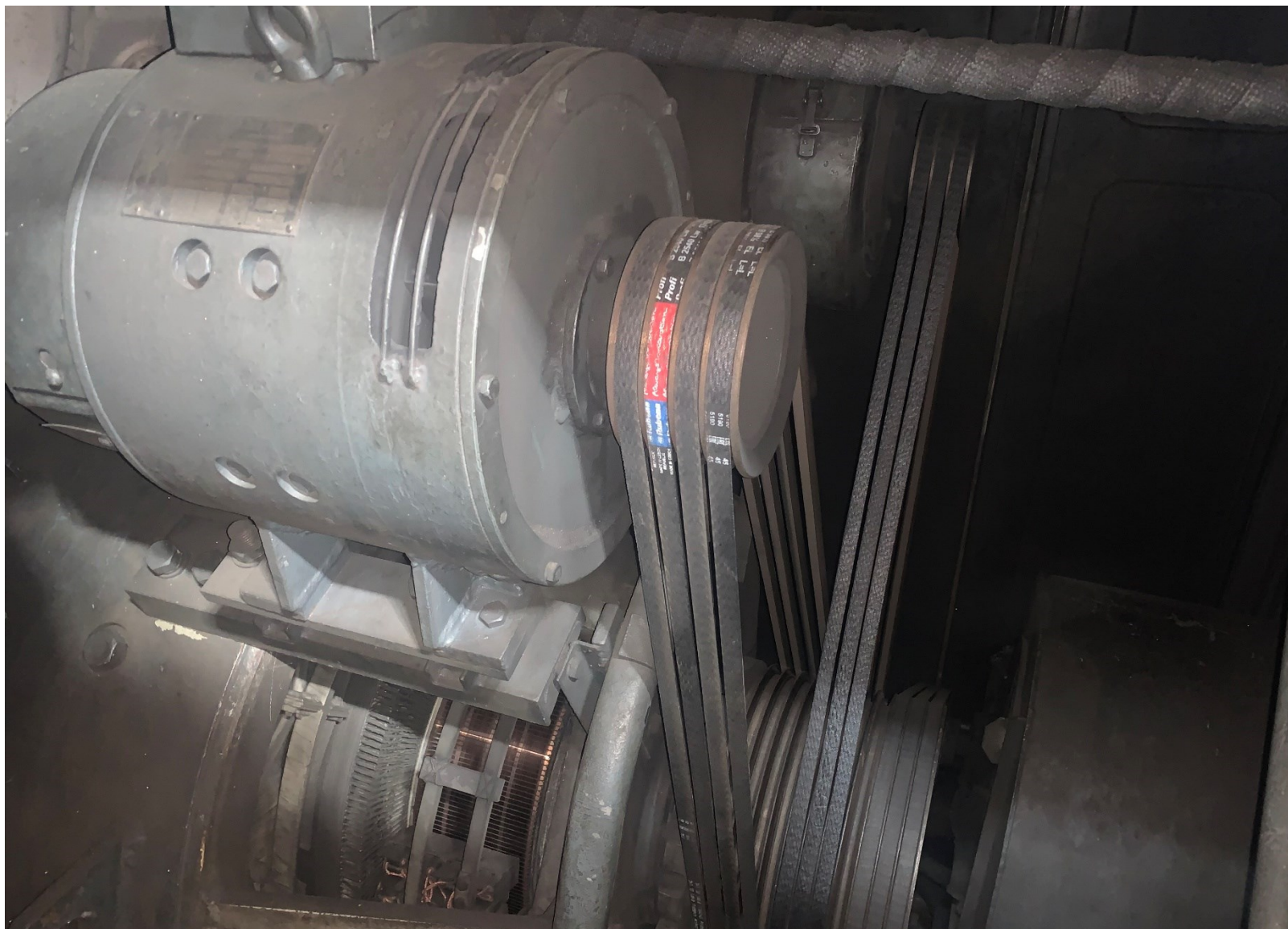
Část C: Fotografie upevnění elektrických strojů na lokomotivě



Obrázek C1: Upevnění trakčních motorů v podvozku loko. 740



Obrázek C2: Loko. 729 soustrojí generátor-budič-dynamo



Obrázek C3: Loko. 740 soustrojí generátor-budič-dynamo